

SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

Publication number: JP10214586 (A)

Publication date: 1998-08-11

Inventor(s): ANAZAWA NORIMICHI; NAKAMURA NAOYUKI; SANTO IZUMI

Applicant(s): HORON KK

Classification:

- international: H01J37/147; H01J37/244; H01J37/28; H01J37/147; H01J37/244; H01J37/28;
(IPC1-7): H01J37/244; H01J37/147; H01J37/28

- European:

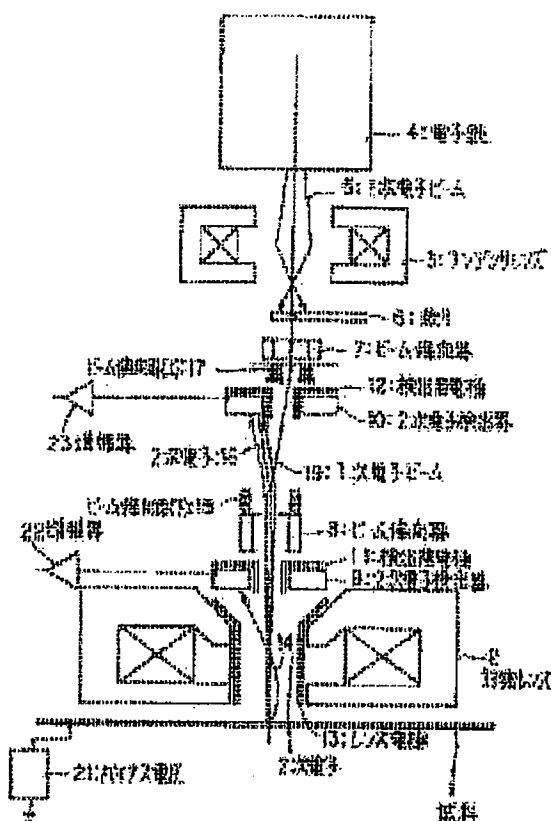
Application number: JP19970016180 19970130

Priority number(s): JP19970016180 19970130

Abstract of JP 10214586 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress a loss of information of a secondary electron to the minimum so as to achieve observation of the information of the secondary of electron having a high S/N ratio by disposing on a shaft of a plurality of beam deflectors of a magnetic field type, shifting the axis of a primary electron beam by a predetermined distance, and detecting a secondary electron emitted from a sample by means of secondary electron detectors.

SOLUTION: Upper and lower beam deflectors 17, 18 disposed on a shaft are deflected, at two stages, a primary electron beam 5 generated by an electron gun 4, to shift the axis of the electron gun 4 and the axis of an objective lens 2 by a predetermined distance in a horizontal direction. An image is focused by the objective lens 2, and then, the finely throttled primary beam 5 is irradiated on a sample 1. After surface scanning, a secondary electron 16 emitted from the sample 1 is detected by a secondary electron detector 9 disposed above the objective lens 2. The secondary electron 16 deflected in a reverse direction by the lower beam deflector 18 is detected by another secondary electron detector 10. Consequently, it is possible to suppress a loss of information of the secondary electron to the minimum, thus achieving observation of a clear secondary electron image.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

F-2207

CR3

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-214586

(43)公開日 平成10年(1998)8月11日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

FI

H01J 37/244

H01J 37/244

37/147

37/147

B

37/28

37/28

B

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願平9-16180

(22)出願日 平成9年(1997)1月30日

(71)出願人 591012668

株式会社ホロン

東京都新宿区新宿2丁目2番1号

(72)発明者 穴澤 紀道

東京都新宿区新宿2丁目2番1号 株式会
社ホロン内

(72)発明者 中村 直行

東京都新宿区新宿2丁目2番1号 株式会
社ホロン内

(72)発明者 山藤 泉

東京都新宿区新宿2丁目2番1号 株式会
社ホロン内

(74)代理人 弁理士 岡田 守弘

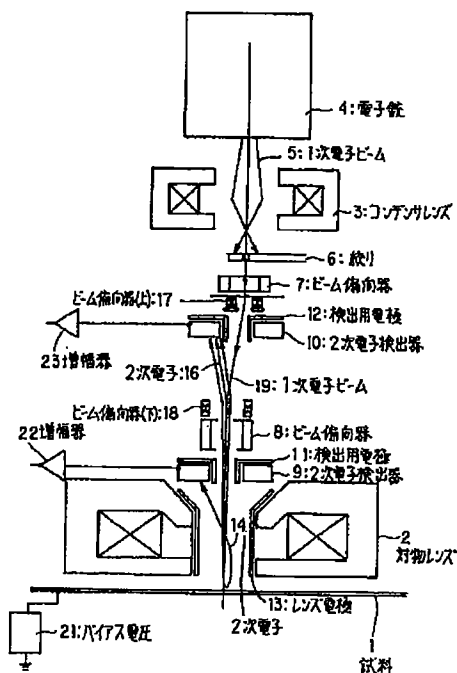
(54)【発明の名称】 走査型電子顕微鏡

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 1次電子ビームの軸を偏向コイルにより若干ずらしておき、試料から放出されて逆方向に走行する2次電子をこの軸をずらした部分で逆方向に曲げた位置に設けた2次電子検出器によって検出し、2次電子情報の損失を最低限に抑えて明るい高S/N比の2次電子像の観察を実現する。

【解決手段】 対物レンズ2と、試料1から放出されて対物レンズを通り抜けて加速された2次電子16を検出する第1の2次電子検出器9と、第1の2次電子検出器より電子銃側4に設け、電子銃からの1次電子ビーム5を偏向して対物レンズを介して試料上に細い電子ビームとして投影させる磁界型のビーム偏向器17、18と、ビーム偏向器18より電子銃側に設け、ビーム偏向器によって2次電子16を1次電子19と逆方向に偏向する位置に配置して検出する第2の2次電子検出器10とを備える。

本発明の1実施例構成図



【特許請求の範囲】

【請求項1】1次電子ビームを試料表面に走査して発生する2次電子を検出して画像を表示する走査型電子顕微鏡において、

1次電子を結像して試料上に細い電子ビームとして投影する対物レンズと、

この対物レンズの試料と反対側であって、上記1次電子ビームの透過する孔を持ち、試料から放出されて上記対物レンズを通り抜けて加速された2次電子を検出する第1の2次電子検出器と、

この第1の2次電子検出器より電子銃側に設け、当該電子銃からの1次電子ビームを偏向して上記対物レンズを介して試料上に細い電子ビームとして投影させる磁界型のビーム偏向器と、

このビーム偏向器より電子銃側に設け、当該ビーム偏向器によって試料から放出され対物レンズを通り抜けて加速された2次電子について、1次電子と逆方向に偏向される位置に配置して検出する第2の2次電子検出器とを備えたことを特徴とする走査型電子顕微鏡。

【請求項2】上記磁界型のビーム偏向器として、軸上に2組み設けて2段偏向し上記電子銃側の軸と、上記対物レンズの軸とを水平方向に所定距離だけずらしたことを特徴とする請求項1記載の走査型電子顕微鏡。

【請求項3】試料から放出され対物レンズを通り抜けて加速された2次電子について、上記2段偏向のうちの最初の偏向によって、1次電子と逆方向に偏向された2次電子を上記第2の2次電子検出器によって検出することを特徴とする請求項2記載の走査型電子顕微鏡。

【請求項4】上記対物レンズ2と試料との間に1次電子のエネルギーに相当あるいはそれ以下のバイアス電圧を印加したことを特徴とする請求項1ないし請求項3記載のいずれかの走査型電子顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1次電子ビームを試料表面に走査して発生する2次電子を検出して画像を表示する走査型電子顕微鏡に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、走査型電子顕微鏡は、図2に示す構成を持ち、試料1に細く絞った電子ビームを照射しつつ走査し、そのときに試料1から放出された2次電子14を2次電子検出器9、10で検出し、増幅器22、23でそれぞれ増幅し、図示外の表示装置上に2次電子像をそれぞれ表示するようにしていた。以下図2の構成を簡単に説明する。

【0003】図2は、従来技術の説明図を示す。図2において、試料1は、細く絞った1次電子ビームを照射して放出される2次電子を検出して2次電子像を表示して観察する対象の試料である。

【0004】対物レンズ2は、1次電子ビームを細く絞

って試料1上に照射するものである。コンデンサレンズ3は、電子銃4から放出された1次電子ビームを集束するものである。

【0005】電子銃4は、1次電子ビームを発生するものである。1次電子ビーム5は、電子銃4によって発生され、放出された1次電子ビームである。

【0006】絞り6は、電子銃4から放出された1次電子ビームをコンデンサレンズ3で集束したときに所定の開き角を与えるためのものである。ビーム偏向器7、8は、1次電子ビームを2段偏向して試料1上で走査するための偏向器（偏向コイルあるいは偏向電極）である。

【0007】2次電子検出器9は、1次電子ビームで試料1を照射したときに当該試料1から放出された2次電子のうちの軸から離れた部分の2次電子を検出する検出器である。

【0008】2次電子検出器10は、1次電子ビームで試料1を照射したときに当該試料1から放出された2次電子のうちの軸に近い部分の2次電子を検出する検出器である。

【0009】検出用電極11は、試料1より放出され、軸から離れた方向の2次電子が2次電子検出器9によって検出されるように電界を印加する電極である。検出用電極12は、試料1より放出され、軸に近い方向の2次電子が2次電子検出器10によって検出されるように電界を印加する電極である。

【0010】2次電子14は、試料1から放出され、軸から離れた方向の2次電子の軌跡である。2次電子15は、試料1から放出され、軸に近い方向の2次電子の軌跡である。

【0011】バイアス電圧21は、試料1に印加するバイアス電圧であって、試料1であるウェハのコンタクトホール13の底から2次電子を放出させるために十分なバイアス電圧（例えば1000VDC）である。

【0012】増幅器22、23は、2次電子検出器9、10によって検出された2次電子による電流を増幅するものである。次に、試料1であるウェハのコンタクトホール13の内部を観察するときの動作を簡単に説明する。

【0013】電子銃4から放出された1次電子ビーム5は、コンデンサレンズ3によって集束され、更に対物レンズ2で結合され、試料1の表面に細く絞った1次電子ビームとして照射される。この際、絞り6は1次電子ビーム5の開き角を決め、ビーム偏向器7、8で1次電子ビームを偏向して試料1上を2次元的に走査させる。そして、試料1の表面から2次電子14、15が発生し、試料1に印加したバイアス電圧21と対物レンズ2の外周で作られる電界と、対物レンズ2によって作られる磁界との作用を受けながら最終的に2次電子検出器9、10によって捕獲され、検出される。2次電子検出器9、10によって検出された2次電子の信号は、増幅器22、23によって増幅して画像信号としてそれぞれ出力

する。これら画像信号を図示外の表示装置に入力して2次電子像をそれぞれ表示する。

【0014】上述したように、最近の走査型電子顕微鏡は、試料1にバイアス電圧21を印加して2次電子を2次電子検出器9、10の方向に加速する。これにより、試料1の表面で発生した2次電子は、広い角度範囲に飛び出す。その軌道により分かれて2つの2次電子検出器9、10に到達する。2つの2次電子検出器のうち、試料1に近い方の2次電子検出器9は試料1から大きな角度で飛び出した2次電子を検出し、試料1から遠い方の2次電子検出器10は試料1から小さい角度で飛び出した2次電子を検出する。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】最近の走査型電子顕微鏡の重要な観察対象に半導体ウェハの微細パターンがある。その中でも特にコンタクトホールと言われる対象は、半導体ICの高集積化に伴い益々重要性を高めている。ホールの口径に比べて深い底（高アスペクト比）を有するコンタクトホールの場合には、ホール底からの2次電子が弱いために観察が非常に困難になっている。このような場合に、試料1であるウェハの表面に強い電界を印加し、コンタクトホールの底からの2次電子を引き出すために、上述したバイアス電圧21を印加する方法が使われる。この方法は、きわめて効果的ではあるが、以下のような別の問題が発生した。

【0016】即ち、試料1であるウェハの表面から放出された2次電子は、+電位に向かって加速され、2次電子検出器9、10の近傍では大きな速度を持つようになる。例えば図2の対物レンズ2、レンズ電極13を接地電位（0V）に保ち、試料1であるウェハにマイナスの1000V（バイアス電圧21）を加えると、2次電子は対物レンズ2を通過した後では、ほぼ1000eVのエネルギーに達する。一方、1次電子のエネルギーは、試料1の帯電を防ぐために1000eV以下である。

【0017】従って、2次電子のエネルギーは1次電子のエネルギーと同程度になっている。このようなエネルギーの2次電子の軌道は、ビーム軸（垂直方向）に集中するようになる。図2では、このような2次電子に対する検出効率を高めるために、第2の2次電子検出器10を、第1の2次電子検出器9に対して上方（後方）に設けている。しかしながら、それでも第2の2次電子検出器10の中心孔を通り抜ける2次電子が存在する。バイアス電圧21を更に高めようとするときには、この部分（中心孔を通り抜ける2次電子）の損失の割合が更に大きくなり、2次電子の捕獲検出効率が低下してしまい、良好なS/N比の2次電子像を表示できないという問題がある。

【0018】本発明は、これらの問題を解決するため、1次電子ビームの軸を偏向コイルにより若干ずらしておき、試料から放出されて逆方向に走行する2次電子をこ

の軸をずらした部分で逆方向に曲げた位置に設けた2次電子検出器によって検出し、半導体ウェハのコンタクトホールなどの観察時に2次電子情報の損失を最低限に抑えて明るい高S/N比の2次電子像の観察を実現することを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】図1を参照して課題を解決するための手段を説明する。図1において、試料1は、細く絞った1次電子ビームを走査して2次電子を放出させ、2次電子像を観察する対象である。

【0020】対物レンズ2は、1次電子ビームを結像して試料1上に細く絞って照射するものである。電子銃4は、1次電子ビームを発生するものである。

【0021】2次電子検出器9、10は、2次電子を検出する検出器である。ビーム偏向器17、18は、1次電子ビームを偏向する、2段の電磁型の偏向器である。

【0022】次に、構成および動作を説明する。電子銃4により発生された1次電子ビームを、ビーム偏向器17、18によって2段偏向し、対物レンズ2により結像して試料1上に細く絞った1次電子ビームを照射し、面走査する。試料1から放出された2次電子を対物レンズ2の上側に設けた2次電子検出器9によって検出し、更にビーム偏向器（下）18によって1次電子と逆方向に偏向された2次電子を2次電子検出器10によって検出する。これら2次電子検出器9、10によって検出した信号を増幅して図示外の表示装置上に2次電子画像としてそれぞれ表示する。

【0023】この際、軸上に2組みの磁界型のビーム偏向器17、18を設けて電子銃4からの1次電子ビームを2段偏向し、電子銃4側の軸と対物レンズ2の軸とを水平方向に所定距離だけずらすようにしている。

【0024】また、試料1から放出され対物レンズ2を通り抜けて加速された2次電子について、最初のビーム偏向器（下）18によって、1次電子と逆方向に偏向された2次電子を2次電子検出器10によって検出するようにしている。

【0025】また、対物レンズ2と試料1との間に1次電子のエネルギーに相当あるいはそれ以下のバイアス電圧21を印加するようにしている。従って、1次電子ビームの軸を偏向コイルにより若干ずらしておき、試料1から放出されて逆方向に走行する2次電子をこの軸をずらした部分で逆方向に曲げた位置に設けた2次電子検出器10によって検出することにより、半導体ウェハのコンタクトホールなどの観察時に2次電子情報の損失を最低限に抑えて明るい高S/N比の2次電子像を観察することが可能となる。

【0026】

【発明の実施の形態】次に、図1を用いて本発明の実施の形態および動作を順次詳細に説明する。図1は、本発明の1実施例構成図を示す。この図1は、図2の従来技

術の説明図に比し、ビーム偏向器（上）17、ビーム偏向器（下）18、1次電子ビーム19が異なり、他はほぼ同じであるので説明を省略する。

【0027】図1において、ビーム偏向器（上）17、ビーム偏向器（下）18は、照射系（ここでは電子銃4およびコンデンサレンズ3）の軸と、対物レンズ2の軸とを水平方向に所定距離（例えば2～10mm程度の距離）だけ移動させるものである。

【0028】2次電子16は、ビーム偏向器（下）18によって2次電子を偏向した軌跡の例を示す。ここでは、2次電子16のエネルギーと1次電子ビーム19のエネルギーとがほぼ同一である場合、両者の走行方向が逆であるので、図示のように2次電子16はビーム偏向器（下）18によって図上で左方向に偏向され、1次電子ビーム19と同じ方向に逆行しない。これにより、2次電子16のエネルギーと、1次電子ビーム19のエネルギーとがたとえ同一であっても両者を分離し、ここでは、2次電子16を2次電子検出器10によって検出することが可能となる。

【0029】また、2次電子16のエネルギーは、ここでは、試料1に印加するバイアス電圧21とほぼ等しくなり、試料1に印加するバイアス電圧21と、試料1に対する1次電子のエネルギーと、当該1次電子の電子銃4における加速電圧との関係は、例えば1次電子ビームが試料1を照射するときのエネルギーを1000V（正確には1000eV）とし、バイアス電圧21を1000V（2次電子のエネルギーはほぼ1000eVに加速される）とすると、概略

・1次電子ビームが試料1を照射するときのエネルギー：1000eV

・試料1のバイアス電圧：1000V

・2次電子16のエネルギー：ほぼ1000eV

・1次電子ビームが電子銃4で加速されて放出されるとき
のエネルギー：1000eV+1000eV=2000eV

となる。

【0030】次に、図2の構成および動作を詳細に説明する。

(1) 図1に示すように、照射系（ここでは電子銃4およびコンデンサレンズ3からなる照射系）と結像系（ここでは対物レンズ2からなる結像系）とを、2段の電磁型のビーム偏向器（上）17およびビーム偏向器（下）18によって水平方向に2～10mm程度ずらす。

(2) (1)のように調整すると、図1に示すように、電子銃4から放出された1次電子ビーム5はコンデンサレンズ3によって集束され、絞り6によってその開口角が規定される。そして、ビーム偏向器（上）17によって図1上で左方向へ曲げ、ビーム偏向器（下）18によって図1上で右方向に曲げ、対物レンズ2の軸に入射するようにする。そして、対物レンズ2によって結像

され、試料1上に1次電子ビームが細く絞られ照射されることとなる。これによりコンデンサレンズ3の軸と、対物レンズ2の軸とが水平方向に2mm～10mm程度ずれた状態で細く絞った1次電子ビームが試料1上に照射されることとなる。

(3) (2)の状態を試料1上から2次電子が放出され、バイアス電圧21によって対物レンズ2の軸上を加速されてほぼ1次電子ビームのエネルギーと同じ程度になり、対物レンズの軸を上方向に通過する。そして、一部の2次電子14は図示の軌道を通して2次電子検出器9によって検出される。他の2次電子16は2次電子検出器9の中心の孔を通過してビーム偏向器（下）18の磁場の作用により、1次電子ビーム19と逆方向（図1上で左方向）に曲げられ（2次電子16の走行方向が1次電子ビーム19の走行方向と逆なので図1上で左方向に曲げられ）、2次電子検出器10によって検出される。これにより、ビーム偏向器（上）17およびビーム偏向器（下）18によって照射系の軸と結像系の軸とを電磁型の2段コイルでずらしたために、試料1から放出された2次電子16が図1上でビーム偏向器（下）18の部分で電磁的に左方向に曲げられ、2次電子検出器10の孔を通過することなく2次電子16を検出することができるようになり、従来の図1の構成による2次電子の2次電子検出器10の孔を通過してしまう事態を回避し、1次電子ビームと同程度のエネルギーを持つ2次電子16を効率的に2次電子検出器10によって検出することが可能となった。

【0031】尚、ビーム偏向器7、ビーム偏向器8は1次電子ビーム19を試料1面上で2次的に走査するためのものであるが、当該ビーム偏向器7、ビーム偏向器8を用いて照射系の軸と結像系の軸とを水平方向に2mm～10mm程度ずらすと同時に、1次電子ビームを試料1上で2次的に走査するように電流を供給してもよい。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、1次電子ビームの軸を電磁型の偏向コイルにより若干ずらしておき、試料1から放出されて逆方向に走行する2次電子をこの軸をずらした部分で逆方向に曲げた位置に設けた2次電子検出器10によって検出し2次電子像を表示する構成を採用しているため、試料1にバイアス電圧をほぼ1次電子ビームと同じ程度あるいはそれ以下印加したときでも軸とほぼ平行に放出された2次電子を効率的に検出し高S/N比の2次電子像の観察することができる。これらにより、試料1の重要な情報を伝える2次電子が1次電子ビームの軸とほぼ平行な軌道を占めるような場合、たとえば半導体ウェハのコンタクトホールの底部などを観察する場合であっても、2次電子情報の損失を最低限に抑えて、明るい2次電子像を観察することができるようになった。

7

- 1: 試料
- 2: 対物レンズ
- 3: コンデンサレンズ
- 4: 電子銃
- 5、19: 1 次電子ビーム
- 6: 絞り

8

7、8：ビーム偏向器
9、10：2次電子検出器
11、12：検出用電極
13：レンズ電極
14、16：2次電子
17：ビーム偏向器（上）
18：ビーム偏向器（下）
21：バイアス電圧
22、23：増幅器

10

【圖 2】

従来技術の説明図

